

## NEURORRADIOLOGÍA / ORIGINAL

# Valoración no invasiva de la estenosis carotídea de causa aterosclerótica: correlación entre la ecografía Doppler color y la angiografía por resonancia magnética con gadolinio

A.M. Surur<sup>a,\*</sup>, T.V. Buccolini<sup>a</sup>, H.F. Londero<sup>b</sup>, M.A. Marangoni<sup>a</sup> y N.J. Allende<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Servicio de Diagnóstico por Imágenes, Sanatorio Allende, Córdoba, Argentina

<sup>b</sup> Servicio de Hemodinamia e Intervenciones por Cateterismo, Sanatorio Allende, Córdoba, Argentina

<sup>c</sup> Servicio de Cirugía Vascular, Sanatorio Allende, Córdoba, Argentina

Recibido diciembre de 2012; aceptado agosto de 2013

**PALABRAS CLAVE**

Estenosis;  
Arteria carótida  
interna;  
Ultrasonido  
Doppler color;  
Angiografía  
por resonancia  
magnética  
con gadolinio

**Resumen**

**Introducción:** La angiografía carotídea se utiliza para confirmar la presencia de estenosis de la bifurcación carotídea (BC). Sin embargo, dado que este método resulta invasivo y presenta cierta morbilidad, existe un creciente interés en los métodos no invasivos, como la angiografía por resonancia magnética con gadolinio (ARM-Gd) y la ecografía Doppler color (EDC). El objetivo de este trabajo es determinar la correlación que existe entre la ecografía Doppler color y la angiografía por resonancia magnética con gadolinio en la determinación del grado de estenosis. **Materiales y métodos:** Se analizaron por ecografía Doppler color y angiografía por resonancia magnética con gadolinio 100 estudios de la bifurcación carotídea, realizados entre enero de 2009 y agosto de 2011 en el Sanatorio Allende. Se determinó el coeficiente de concordancia Kappa, evaluando por ecografía Doppler color el porcentaje de estenosis carotídea según la reducción del diámetro y la velocidad sistólica máxima (VSM) y por angiografía por resonancia magnética con gadolinio la reducción de la luz visualizada. En ambos métodos se empleó el criterio de NASCET. También se analizó la superficie de la placa.

**Resultados:** Se obtuvo una muy buena correlación entre la ecografía Doppler color y la angiografía por resonancia magnética con gadolinio, con un coeficiente de concordancia Kappa de 0,90 y un intervalo de confianza (IC) de 95% (0,786-0,99). Sin embargo, existió una discordancia para valorar la superficie de la placa, que dejó en evidencia la superioridad de la angiografía por resonancia magnética con gadolinio para definir la superficie irregular y/o ulcerada.

**Conclusión:** El avance de la tecnología y el creciente número de estudios que demuestran la fiabilidad y correlación diagnóstica de los métodos no invasivos hacen suponer que en un corto plazo estos reemplazarán a la angiografía en el diagnóstico y valoración de la patología carotídea.

© 2012 Sociedad Argentina de Radiología. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [asurur@hotmail.com](mailto:asurur@hotmail.com) (A. Surur).

**KEYWORDS**

Stenosis;  
Internal carotid  
artery;  
Color Doppler  
ultrasound;  
Magnetic resonance  
angiography  
with gadolinium

## Noninvasive assessment of carotid stenosis in relation to atherosclerosis: correlation between color Doppler ultrasound and magnetic resonance angiography with gadolinium

**Abstract**

**Introduction:** Carotid angiography is used to confirm carotid bifurcation (CB) stenosis. However, it is an invasive method that involves some morbidity. For this reason there is growing interest in non-invasive methods for the evaluation of carotid stenosis, including magnetic resonance angiography with gadolinium (MRAG) and color Doppler ultrasound (USDC). The aim of this study is to determine the correlation between the color Doppler ultrasound and magnetic resonance angiography with gadolinium in the evaluation of the degree of stenosis.

**Materials and methods:** One hundred carotid bifurcations were studied by color Doppler ultrasound and magnetic resonance angiography with gadolinium between January 2009 and August 2011 in Sanatorio Allende. The level of agreement was determined using the Kappa coefficient, analyzing the percentage of carotid stenosis with color Doppler ultrasound according to the maximum systolic speed and the stenosis seen by magnetic resonance angiography with gadolinium, using the NASCET criteria for both methods.

**Results:** An excellent correlation was obtained between Doppler ultrasound and magnetic resonance angiography with gadolinium, with a Kappa coefficient of 0.90 (95% CI: 0.786-0.99). There was disagreement between the two methods in assessing the plaque surface, showing that magnetic resonance angiography with gadolinium was better for detecting an irregular surface and / or ulcerated plaque.

**Conclusion:** The technological improvement and the increase in reliable studies that have a good diagnostic correlation with non-invasive methods, it could be assumed that, in a short period of time, Doppler ultrasound will gradually replace angiography in the diagnosis of carotid pathology.

© 2012 Sociedad Argentina de Radiología. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

## Introducción

Numerosos estudios han demostrado con claridad los beneficios de la endarterectomía carotídea en pacientes con estenosis severa (70-99%) o moderada (50-69%) de la bifurcación carotídea<sup>1-4</sup> (BC). La colocación de stents intracarotídeos se ha convertido en un tratamiento efectivo y menos invasivo, dejando en evidencia las ventajas que presenta dentro de ciertos subgrupos<sup>5,6</sup>.

Para el estudio de las arterias del cuello disponemos de métodos invasivos y no invasivos. La ecografía Doppler color (EDC) brinda fundamentalmente información hemodinámica, mientras que la angiografía por resonancia magnética con gadolinio (ARM-Gd), la angiografía por tomografía computada multicorte (angio-TCMC) y la angiografía por sustracción digital (ASD) permiten obtener el mapa anatómico de la BC, el origen de las arterias carótidas y el segmento intracraneano de las arterias carótidas internas.

La angiografía carotídea se utiliza para confirmar y evaluar la estenosis en la arteria carótida interna (ACI), previamente detectada por técnicas no invasivas. Sin embargo, dado que este método presenta cierta morbilidad<sup>7-9</sup>, existe un creciente interés en los métodos no invasivos para la detección y valoración de la estenosis carotídea. De esta forma, es posible distinguir a los pacientes que pueden ser candidatos a una angiografía diagnóstica confirmatoria y eventualmente a un tratamiento endovascular con stent o cirugía carotídea.

En nuestra institución empleamos rutinariamente la EDC y ARM-Gd para el diagnóstico y valoración de las estenosis

de la ACI, limitando el uso de la ASD para la confirmación de estenosis severas o en aquellos casos donde existen discordancias o falta de exactitud en el grado de estenosis carotídea por métodos no invasivos.

El objetivo de este trabajo es correlacionar dos métodos no invasivos que aportan información complementaria para el estudio de la bifurcación carotídea y determinar su correlación diagnóstica en las estenosis carotídeas.

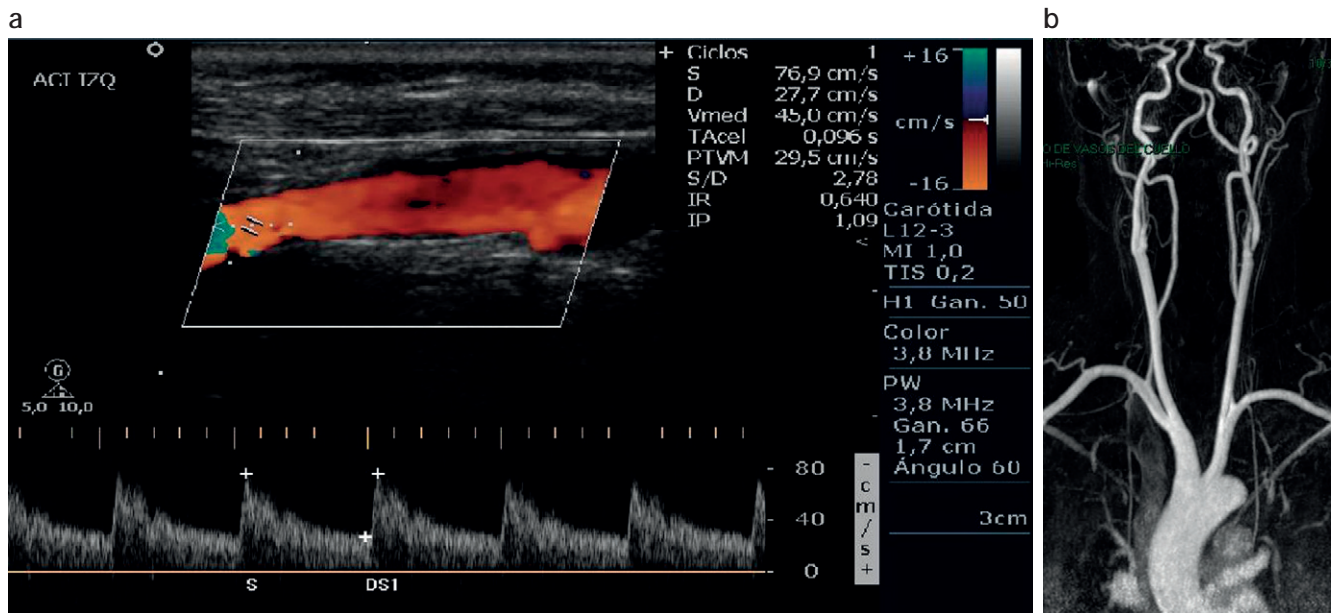
## Materiales y métodos

Se realizó un estudio descriptivo, retrospectivo y observacional-transversal de una serie de casos donde se evaluaron, con EDC y ARM-Gd, los troncos supraaórticos (TSA) de todos los pacientes (no consecutivos) que concurren al Servicio de Radiología del Sanatorio Allende entre enero de 2009 y agosto de 2011. El trabajo fue presentado y aceptado por el Comité de Ética Institucional.

Entre la realización de cada examen hubo un lapso máximo de tres meses y el análisis se focalizó a nivel de la bifurcación y bulbo carotídeo, por ser el sitio de mayor incidencia de las placas ateromatosas.

**Criterios de inclusión:** todos los pacientes, cualquiera sea el sexo o edad, que se realizaron en la institución los dos procedimientos de diagnóstico durante el periodo de tiempo establecido.

**Criterios de exclusión:** pacientes que no tenían ambos métodos de diagnóstico realizados en la institución o que el



**Figura 1** (a) La ecografía Doppler color muestra la metodología para obtener la velocidad sistólica máxima de la arteria carótida interna. (b) Angiografía por resonancia magnética con gadolinio de los troncos supraaórticos, en plano coronal. Volumen de exploración donde se evalúa el cayado aórtico, el segmento proximal de arterias subclavias y los territorios carotídeos y vertebro-basilar.

lapso de tiempo entre cada estudio era superior a los tres meses. Tampoco se incluyó a los pacientes con implante de stent intracarotídeo o endarterectomía carotídea, ni a los que presentaban estenosis de causa no aterosclerótica (por ejemplo vasculitis, entre otras).

### Técnica Doppler

Para la realización de la EDC de los vasos del cuello se utilizó un equipo Philips HD 11 con transductor lineal de 3-12 MHz. El paciente fue colocado en posición supina, con hiperextensión del cuello y rotación de la cabeza hacia el lado opuesto de la exploración. Se obtuvieron imágenes de ambos ejes carotídeos en escala de grises y en Doppler color y tipo espectral, y se estudiaron las arterias subclavias y vertebrales, las carótidas comunes, externas e internas, y las bifurcaciones carotídeas, registrando la velocidad sistólica máxima (VSM) con un ángulo Doppler de 60° (fig. 1a).

Se constató la presencia de placas endoteliales y se caracterizó su superficie en tres categorías (regulares, irregulares o ulceradas), teniendo en cuenta las características de la imagen, según el consenso de estenosis carotídea<sup>7,9,10</sup>. Siguiendo los lineamientos propuestos por Zwiebel, se consideró úlcera a toda cavidad localizada dentro de la placa, con bordes bien definidos y flujo en su interior<sup>11</sup>.

Para la medición de la VSM en la arteria carótida interna, se posicionó el transductor sobre el eje longitudinal del vaso, recorriendo toda la extensión de la placa y buscando la zona con VSM. En base a los hallazgos hemodinámicos, las estenosis se clasificaron en:

- 1) Normal: VSM < 125 cm/s. Sin placas endoteliales.
- 2) Grado de estenosis < 50%: VSM < 125 cm/s, considerando la presencia de la placa endotelial que reduce el diámetro de la luz vascular < 50%.

- 3) Grado de estenosis 50-69%: VSM entre 125 y 230 cm/s, considerando la presencia de la placa endotelial que reduce el diámetro de la luz vascular > 50%.
- 4) Grado de estenosis 70-90%: VSM ≥ 230 cm/s, considerando la presencia de la placa endotelial que reduce el diámetro de la luz vascular ≥ 50%.
- 5) Grado de estenosis > 90% («suboclusión»): VSM alta, baja o indetectable, considerando la presencia de una placa visible con oclusión casi completa de la luz y un fino pasaje de flujo al Doppler color.
- 6) Grado de estenosis 100% («oclusión total»): flujo indetectable, considerando una placa visible oclusiva con luz vascular indetectable.

De acuerdo a sus características, la superficie de la placa visualizada por EDC y ARM-Gd se clasificó en:

- Superficie regular
- Superficie irregular
- Superficie ulcerada

La composición y textura de la placa (lipídica, fibrolipídica, cálcica o fibrocálcica) son parámetros que fueron evaluados únicamente por EDC y no se correlacionaron con la ARM-Gd, ya que no se realizaron secuencias específicas para el estudio de la estructura de la placa.

### Técnica angiografía por resonancia magnética con gadolinio

Para la adquisición de imágenes por resonancia magnética se utilizó un aparato Philips Intera® 1,5 T, utilizando secuencias eco de gradiente (GRE) rápidas a nivel de los TSA, con inyección en bolo de gadolinio (Opacite® 15 ml), en plano coronal y un tiempo de adquisición de 35 segundos. Los pará-

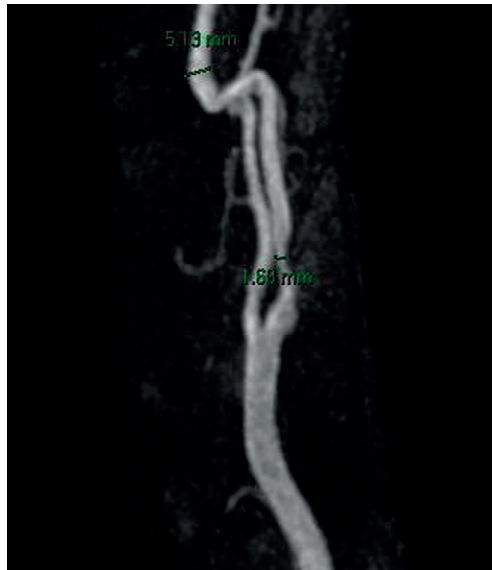
metros técnicos fueron: 5,1/2 (tiempo de repetición —TR—/ tiempo de eco —TE—); número de excitaciones (NEX): 1; matriz de reconstrucción: 512 × 512; campo de visión (FOV): 300 × 150; cantidad de cortes: 70; espesor de corte: 1 mm; sin GAP (fig. 1b).

En la reconstrucciones de proyección de máxima intensidad (MIP), se midió el grado de estenosis de la arteria carótida interna por ARM-Gd, siguiendo los criterios de NASCET<sup>12</sup>, que correlacionan el diámetro de la ACI en el lugar de máxima estenosis con el de su segmento distal, donde ambas paredes se hacen paralelas ([diámetro mínimo de luz residual/ diámetro de luz normal] × 100) (fig. 2).

Para clasificar el grado de estenosis carotídea por ARM-Gd se utilizaron los mismos porcentajes que por EDC: 1) normal, 2) < 50%, 3) 50-69%, 4) 70-90%, 5) > 90 y 6) 100%.

Los estudios de EDC y ARM-Gd fueron analizados de forma no simultánea por dos radiólogos que desconocían el resultado del estudio analizado previamente.

**Análisis estadístico:** para correlacionar los datos se utilizó el coeficiente de concordancia Kappa ( $\kappa$ ) (tabla 1), ya que este permite analizar si hubo o no concordancia entre las medidas obtenidas por ambos métodos.



**Figura 2** Medición de la estenosis carotídea en relación con el diámetro normal de la arteria carótida interna distal (según el criterio de NASCET).

## Resultados

Se analizaron por EDC y ARM-Gd 100 arterias carótidas internas de 50 pacientes. Estas fueron clasificadas, según el grado de estenosis, en: 1) normal, 2) < 50%, 3) 50-69%, 4) 70-90%, 5) > 90% y 6) 100% (tabla 2).

Se correlacionó el porcentaje de estenosis detectado por ARM-Gd con el pico de VSM (cm/s) detectado por EDC y la concordancia entre ambos métodos, según el índice Kappa, fue muy bueno:  $\kappa = 0,90$  (intervalo de confianza —IC— 95%: 0,786-0,99). Es decir, hubo un 90% de concordancia.

En el grupo 1, de las 57 arterias con estenosis menores del 50% por EDC, solo 2 estuvieron entre el 50-69% por ARM-Gd. Mientras, en el grupo 2 (estenosis entre 50-69%) hubo una muy buena concordancia entre ambos métodos, ya que de las 12 arterias por EDC, solo 3 fueron estenosis menores del 50% por ARM-Gd (fig. 3). Ya dentro del grupo 3 (estenosis entre 70-90%) por EDC, se observaron algunas discordancias en relación con la ARM-Gd, dado que de las 19 arterias clasificadas en este grupo por EDC, 5 fueron estenosis menores del 70% y 1 estenosis mayor del 90% por ARM-Gd. Finalmente, en el grupo 4 y 5 (estenosis > 90% y oclusión total 100%) se obtuvo una excelente concordancia en tanto todas las suboclusiones y oclusiones totales fueron detectadas por EDC y ARM-Gd (fig. 4; tabla 3).

La superficie de la placa carotídea fue otro parámetro que se valoró por ambos métodos. Esta fue clasificada en regular, irregular y ulcerada (tabla 4), y se calculó el coeficiente de concordancia Kappa con un resultado de 0,45 (IC 95%: 0,25-0,68). Estos números demostraron una discordancia entre ambos métodos, ya que de las 84 arterias con superficie regular en la EDC, 15 fueron irregulares y 5 ulceradas por ARM-Gd. A su vez, de las 13 con superficie irregular en la EDC, hubo 4 ulceradas y 1 regular con la ARM-Gd. En el caso de las 3 úlceras que se detectaron por EDC, estas también se observaron con la ARM-Gd, por lo que se infiere que la ARM-Gd caracteriza mejor la superficie ulcerada que la EDC (fig. 5; tabla 5).

## Discusión

En este trabajo se evaluó la correlación del grado de estenosis en lesiones ateroscleróticas de la BC entre dos métodos no invasivos ampliamente usados en la práctica diaria.

El objetivo fue correlacionar dos métodos no invasivos que aportan datos complementarios para el estudio de los TSA: por un lado, la EDC, que brinda información hemodinámica y direccional del flujo carotídeo, pero es un método operador dependiente; y por otro, la ARM-Gd, que ofrece un buen detalle anatómico y/o morfológico. Además, la ARM-Gd permite obtener imágenes del arco aórtico y del nacimiento de los vasos del cuello (agregando datos importantes para la indicación y planeamiento de la angioplastia carotídea), así como también puede evaluar el parénquima cerebral y las arterias intracraneanas. Esto resulta de gran utilidad para establecer el estado del cerebro y la coexistencia de malformaciones u obstrucciones arteriales intracraneanas (informes necesarios antes de practicar un tratamiento invasivo, sea quirúrgico o no).

La ARM-Gd en combinación con la EDC puede ser preferible a la ASD para la evaluación preoperatoria en la mayoría de los pacientes, porque reduce la morbilidad periopera-

**Tabla 1** Valoración del índice Kappa

Valor de $\kappa$	Fuerza de concordancia
< 0,20	Pobre
0,21-0,40	Débil
0,41-0,60	Moderada
0,61-0,80	Buena
0,81-1	Muy buena



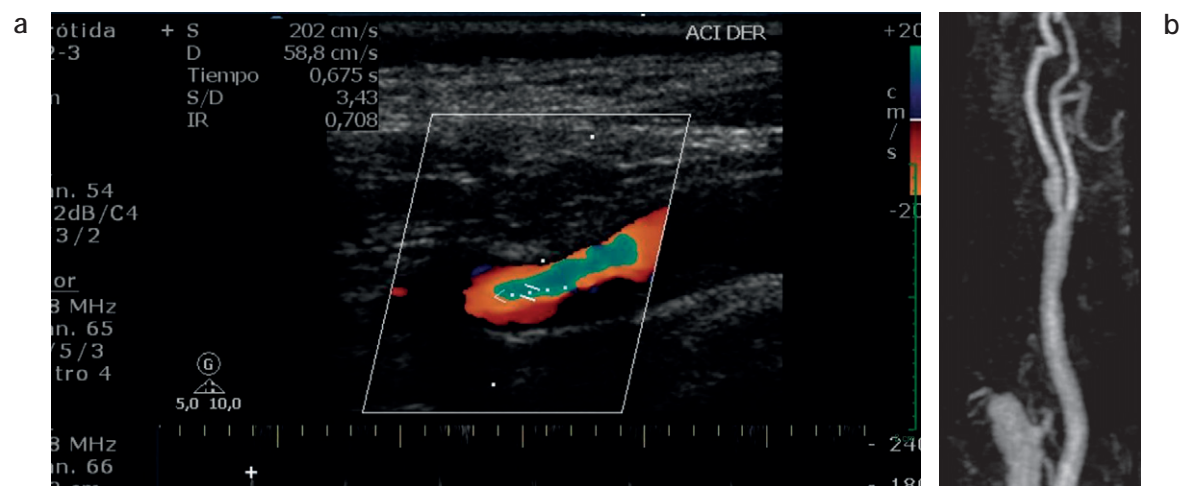


Figura 3 (a) y (b) Ecografía Doppler color y angiografía por resonancia magnética con gadolinio correspondiente a uno de los casos del grupo 2 (50-69%), donde existió una discordancia en cuanto al grado de estenosis carotídea. La estenosis fue clasificada por la ecografía Doppler color en el grupo 50-69%, mientras que la angiografía por resonancia magnética con gadolinio la categorizó en < 50%.

Tabla 2 Cantidad de arterias carótidas internas, según el grado de estenosis		
Grado de estenosis	EDC	ARM-Gd
1) Normal o < 50%	66	69
2) 50-69%	11	10
3) 70-90%	14	9
4) > 90%	6	9
5) 100%	3	3
Total	100	100
ARM-Gd: angiografía por resonancia magnética con gadolinio; EDC: ecografía Doppler color		

Tabla 3 Concordancia entre los grados de estenosis, según EDC y ARM-Gd					
	EDC: grados de estenosis				
	1	2	3	4	5
1	55	3			
2	2	9	5		
3			13		
4			1	9	
5					3
ARM-Gd: grados de estenosis	57	12	19	9	3
EDC: ecografía Doppler color; ARM-Gd: angiografía por resonancia magnética con gadolinio; 1: normal o < 50%; 2: 50-69%; 3: 70-90%; 4: > 90%; 5: 100%.					

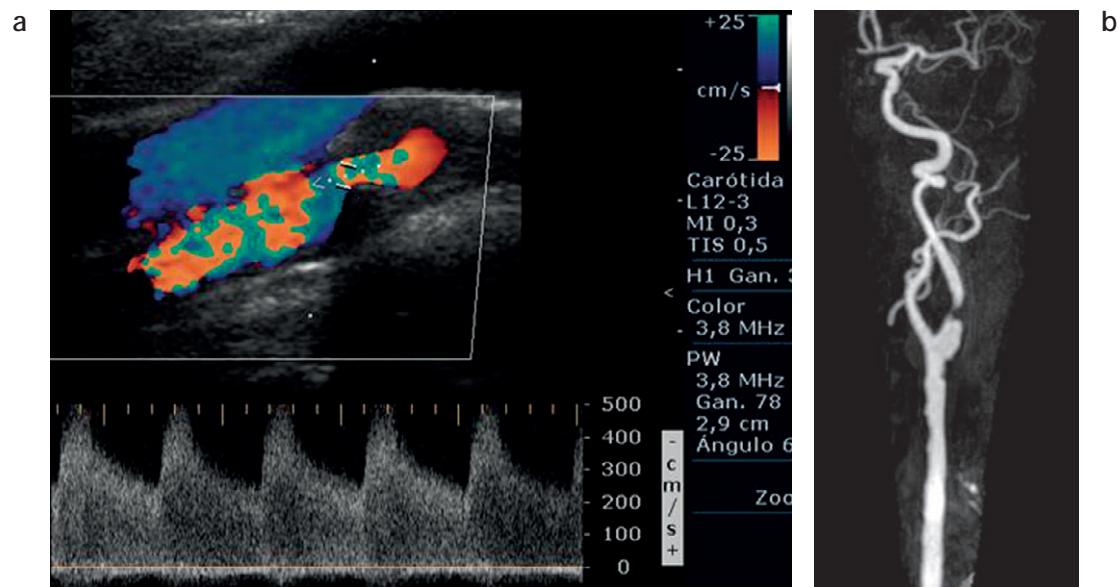


Figura 4 (a) y (b) La ecografía Doppler color y la angiografía por resonancia magnética con gadolinio clasifican de manera coincidente una estenosis carotídea significativa > 90%, de tipo suboclusiva.

**Tabla 4** Cantidad de arterias, según la superficie de la placa

Superficie de la placa	EDC	ARM-Gd
Regular	84	65
Irregular	13	23
Ulcerada	3	12

ARM-Gd: angiografía por resonancia magnética con gadolinio;  
EDC: ecografía Doppler color.

**Tabla 5** Concordancia entre la superficie de la placa, según ecografía Doppler color y angiografía por resonancia magnética con gadolinio

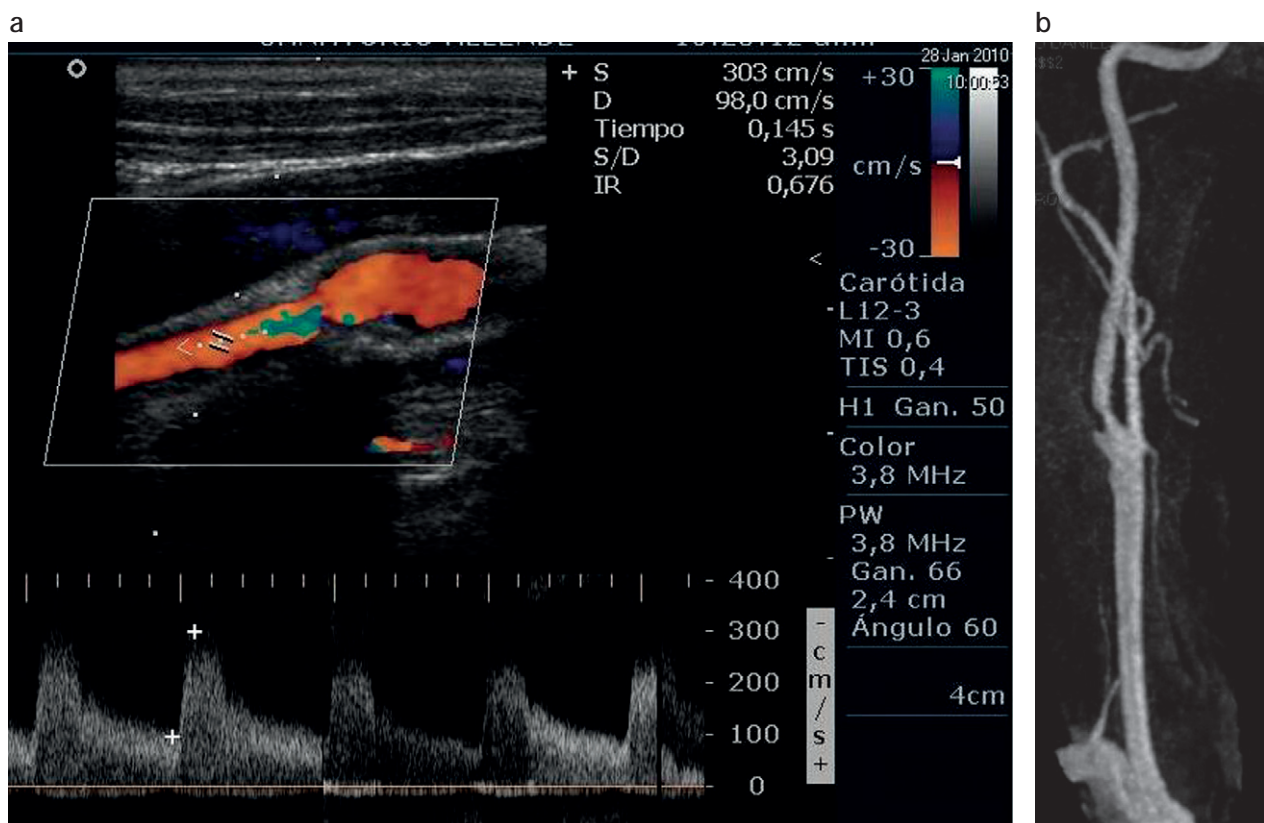
	EDC: superficie de la placa		
	R	I	U
R	64	1	
I	15	8	
U	5	4	3
ARM-Gd: superficie de la placa	84	13	3

ARM-Gd: angiografía por resonancia magnética con gadolinio;  
I: irregular; R: regular; U: ulcerada.

toria<sup>6</sup>. Si bien hasta el momento la ASD fue considerada el método de referencia en el diagnóstico y valoración de las estenosis carotídeas, en la actualidad la EDC y la ARM-Gd o angio-TCMC tienden a reemplazarla como método de cribado o primera instancia, principalmente en aquellos pacientes con estenosis leves o moderadas de la BC. En nuestro trabajo se utilizó la EDC y ARM-Gd para el diagnóstico y valoración de las estenosis carotídeas, tomando como base la sensibilidad y especificidad de cada método, en forma individual o conjunta, en relación con lo publicado por autores referentes en la materia<sup>9,10,13</sup>.

Estudios previos han demostrado que la ARM-Gd, cuando se realiza en condiciones técnicas ideales, logra una sensibilidad del 92% y una especificidad del 83%, con una exactitud del 85%<sup>10,13</sup> en la valoración de las estenosis carotídeas. Si bien estas cifras aún no son suficientes para sustituir a la ASD, los estudios que combinan ARM-Gd y EDC alcanzan una sensibilidad del 100% y una especificidad del 91%, con una exactitud del 94%<sup>9</sup>.

En el análisis de Borisch *et al.*<sup>12</sup>, la ARM-Gd tuvo una sensibilidad del 94,9% y una especificidad del 79,1% para la identificación de las estenosis de ACI  $\geq$  al 70%, mientras que la sensibilidad y especificidad de la EDC fue del 92,9 y 81,9%, respectivamente. Así, el autor concluye que la combinación de datos de la ARM-Gd y EDC aumenta la sensibilidad diagnóstica al 100%. En su estudio casi el 80% de las arterias carótidas evaluadas se sometieron a angiografía.



**Figura 5** (a) y (b) La ecografía Doppler color y la angiografía por resonancia magnética con gadolinio muestran una discordancia en cuanto a la superficie de la placa. La ecografía Doppler color no evidenció la úlcera que sí se observa en la angiografía por resonancia magnética con gadolinio.

Por su parte, Sabeti *et al.*<sup>14</sup> estudiaron 1006 arterias carótidas internas en 503 pacientes y analizaron el grado de estenosis carotídea, comparando la VSM por EDC con la ASD (realizada previo consentimiento informado). Su conclusión fue que la EDC es un excelente método para el diagnóstico de estenosis de alto grado (mayores del 70%), pero resulta moderado para las estenosis menores del 50%, ya que la EDC sola tiende a sobrestimar el grado de estenosis angiográfica (lo cual se aclara con la angiografía por resonancia magnética o tomografía computada). La correlación entre la EDC y el grado de estenosis angiográfica, según el criterio de NASCET, fue de  $r^2 = 0,66$ ;  $p < 0,001$ .

En el presente trabajo se correlacionó el porcentaje de estenosis carotídea, valorado anatómicamente por ARM-Gd, y el porcentaje de estenosis, detectado hemodinámicamente por EDC según la VSM. Cuando se analizaron los grupos en general, se llegó a una muy buena concordancia:  $\kappa = 0,90$ ; IC 95%: 0,786-0,99.

Hathout *et al.*<sup>15</sup> realizaron un análisis de regresión lineal correlacionando el porcentaje de estenosis por ASD y ARM-Gd, y el resultado fue una fuerte correlación entre ambas ( $r = 0,967$ ). A su vez, correlacionaron la VSM con la ASD, obteniendo una moderada correlación ( $r = 0,8601$ ), y la ASD con la ARM-Gd/VSM, donde lograron una alta correlación ( $r = 0,965$ ).

La técnica de ARM-Gd, previamente descrita, logra una exploración completa de los TSA (desde el cayado aórtico hasta el polígono de Willis) con una muy buena resolución espacial. Esta técnica permite una mejor valoración de la superficie de la estenosis y un menor tiempo de exploración (de 30 a 40 s), al mismo tiempo que el gadolinio endovenoso evita artefactos de flujo, como el «vacío de señal» generado por un flujo turbulento o el efecto «jet» de las estenosis críticas.

Una de las limitaciones de este estudio fue la imposibilidad de tener en cuenta la ASD (como sí lo hicieron los autores anteriormente citados) y correlacionar solamente la EDC con la ARM-Gd. No obstante, la bibliografía consultada muestra una fuerte correlación entre la ARM-Gd y la ASD en las estenosis carotídeas, por lo que este dato nos dio sustento para el desarrollo del trabajo. Además, en nuestro medio la realización de la ASD es dificultosa en pacientes que presentan una estenosis no significativa, debido a que el método resulta invasivo y no está exento de complicaciones.

En cuanto a la concordancia, tuvimos un excelente resultado entre ambos métodos en estenosis menores del 70% (leves o moderadas): solo hubo variaciones en 3 arterias que fueron clasificadas como 50-69% por EDC y luego resultaron menores del 50% por ARM-Gd. A su vez, existió una muy buena correlación en las estenosis mayores del 70%. Entre ellas, únicamente hubo cierta variabilidad en el subgrupo de 70-90% por EDC: la ecografía detectó 14 arterias, de las cuales 2 fueron estenosis entre 50-69% y 3 fueron mayores del 90% por ARM-Gd.

Las posibles dificultades diagnósticas de la EDC probablemente se deban a los artefactos ocasionados por placas cálcicas, cuellos cortos en pacientes obesos o vasos con localización profunda dentro del cuello, o bien pueden ser causadas por la variabilidad interobservadores. Además, no se empleó la velocidad de fin de diástole (parámetro secundario en el consenso de 2003) para la graduación de este tipo de estenosis entre 70 y 90%, por lo que este hecho po-

dría justificar que la concordancia entre ambos métodos no haya sido excelente. En las estenosis > 90% y 100% se obtuvo una excelente concordancia, ya que todas las suboclusiones y oclusiones totales fueron detectadas por EDC y ARM-Gd.

Según Zwiebel, el rendimiento de la ecografía en la valoración de la superficie de la placa ha resultado algo decepcionante. Series con un importante número de casos han demostrado que la ecografía tiene una sensibilidad del 33 al 67% y una especificidad del 31 al 84% para detectar úlceras<sup>11-16</sup>. El problema de la ecografía radicaría en su incapacidad para distinguir entre los pequeños cráteres de la úlcera y otras deformidades de la placa. Desde el punto de vista de Zwiebel, la fuente del error en el diagnóstico es de causas múltiples: por ejemplo, puede deberse a la colocación del plano de la imagen en sentido longitudinal sin incluir la úlcera, a la presencia de placas adyacentes que podrían simular una ulceración, a la existencia de placas cálcicas que generarían un «cono de sombra posterior» impidiendo la visualización de la úlcera, o también podría responder a limitaciones técnicas de los estudios.

En este trabajo se demostró una discordancia entre ambos métodos para la evaluación de la superficie de la placa. El índice de Kappa fue de 0,45 (IC 95%: 0,25-0,68), ya que de las 84 arterias que fueron caracterizadas por EDC como superficies regulares, 15 fueron irregulares y 5 ulceradas por ARM-Gd. Esta discrepancia probablemente pueda deberse a las limitaciones mencionadas.

La adecuada caracterización de la superficie de la placa es importante para predecir la gravedad de la estenosis y el riesgo de complicación.

## Conclusión

Se obtuvo una muy buena correlación entre la ecografía Doppler color y la angiografía por resonancia magnética con gadolinio en la detección y determinación del grado de estenosis carotídea de manera no invasiva. Al brindar información complementaria, sería conveniente el uso asociado de ambos métodos como herramienta diagnóstica. No obstante, para evaluar la superficie de la placa, la ARM-Gd resulta superior a la EDC.

El constante avance tecnológico y el creciente número de estudios que demuestran la fiabilidad y correlación diagnóstica de estos dos métodos no invasivos hacen suponer que en un corto plazo estos reemplazarán progresivamente a la ASD en el diagnóstico y valoración de la patología carotídea. De todos modos, resulta importante realizar la validación de ambos métodos en cada institución.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Bibliografía

1. Barnett HJ, Taylor DW, Eliasziw M, Fox AJ, Ferguson GG, Haynes RB, et al. Benefit of carotid endarterectomy in patients with symptomatic moderate or severe stenosis. N Engl J Med. 1998;339:1415-25.

2. North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial Collaborators. Beneficial effect of carotid endarterectomy in symptomatic patients with high-grade carotid stenosis. *N Engl J Med*. 1991;325:445-53.
3. MRC European Carotid Surgery Trial. Randomised trial of endarterectomy for recently symptomatic carotid stenosis: final results of the MRC European Carotid Surgery Trial (ECST). *Lancet*. 1998;351:1379-87.
4. Halliday A, Mansfield A, Marro J, Peto C, Peto R, Potter J, et al. Prevention of disabling and fatal strokes by successful carotid endarterectomy in patients without recent neurological symptoms: randomized controlled trial. *Lancet*. 2004;363:1491-502.
5. Roubin GS, Iyer S, Halkin A, Vitek J, Brennan C. Realizing the potential of carotid artery stenting: proposed paradigms for patient selection and procedural technique. *Circulation*. 2006;113:2021-30.
6. Gurm HS, Yadav JS, Fayad P, Katzen BT, Mishkel GJ, Bajwa TK, et al. Long-term results of carotid stenting versus endarterectomy in high-risk patients. *N Engl J Med*. 2008;358:1572-9.
7. Executive Committee for the Asymptomatic Carotid Atherosclerosis Study. Endarterectomy for asymptomatic carotid artery stenosis. Executive Committee for the Asymptomatic Carotid Atherosclerosis Study. *JAMA*. 1995;273:1421-8.
8. Polak JF, Kalina P, Donaldson MC, O'Leary DH, Whittemore AD, Mannick JA. Carotid endarterectomy: preoperative evaluation of candidates with combined Doppler sonography and MR angiography. Work in progress. *Radiology*. 1993;186:333-8.
9. Grant EG, Benson CB, Moneta GL, Alexandrov AV, Baker JD, Bluth EI, et al. Carotid artery stenosis: gray-scale and Doppler US diagnosis — Society of Radiologists in Ultrasound Consensus Conference. *Radiology*. 2003;229:340-6.
10. Sociedad Argentina de Cardiología, Sociedad Neurológica Argentina. Consenso de estenosis carotídea. *Rev Argent Cardiol*. 2006;74:160-74.
11. Zwiebel W. Ecografía de la placa carotídea. En: Doppler general. Zwiebel W, Pellerito J, editores. Nueva York: Marbán; 2008. p. 140-52.
12. Borisch I, Horn M, Butz B, Zorger N, Draganski B, Hoelscher T, et al. Preoperative evaluation of carotid artery stenosis: comparison of contrast-enhanced MR angiography and duplex sonography with digital subtraction angiography. *Am J Neuro-radiology*. 2003;24:1117-22.
13. Westwood ME, Kelly S, Berry E, Bamford JM, Gough MJ, Airey CM, et al. Use of magnetic resonance angiography to select candidates with recently symptomatic carotid stenosis for surgery: systematic review. *BMJ*. 2002;324:198.
14. Sabeti S, Schillinger M, Mlekusch, Willfort A, Haumer M, Nachtmann T, et al. Quantification of internal carotid artery stenosis with duplex US: comparative analysis of different flow velocity criteria. *Radiology*. 2004;232:431-9.
15. Hathout GM, Duh MJ, El-Saden SM. Accuracy of contrast-enhanced MR angiography in predicting angiographic stenosis of the internal carotid artery: linear regression analysis. *Am J Neuroradiology*. 2003;24:1747-56.
16. Mitchell E, Moneta GL. Ecografía de la estenosis carotídea. En: Zwiebel W, Pellerito J, editores. Doppler general. Nueva York: Marbán; 2008. p. 153-69.